中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 48(4) 96～110 (1999)

應用影像處理技術分析噴霧覆蓋率之研究[1]

邱相文[2] 李芳繁[3] 梁連勝[2]

摘要：本研究是利用影像處理技術進行分析噴霧覆蓋在水試紙上的分佈情形，並以影像掃描器作爲取像設備而進行分析。水試紙常被用爲噴霧效果的檢測材料，本研究也利用水試紙來收集噴霧沉積分佈之情形，並以影像掃描器將霧粒沉積分佈之影像資料加以數位化，然後以影像處理技術進一步分析。影像處理過程包括使用分界值法來進行霧粒與水試紙背景的分割，以及利用標記法來計算霧粒影像的面積、個數等參數。接著便可利用影像處理所得到的數值以求得霧粒沉積覆蓋率。應用影像處理技術分析噴霧沉積後的水試紙樣本試驗結果顯示，噴霧沉積覆蓋率會隨著施噴壓力的增加而增加，且會隨著噴灑高度及噴霧行進速度的增加而減少。利用影像技術來分析噴霧沉積的情形不但精確、快速、節省大量的人工操作勞力和時間，更可以數值化及數位化影像來描述噴霧沉積情形，可避免人爲視覺判讀上的誤差的主觀意識判斷上的差異。

關鍵詞：影像處理、噴霧沉積覆蓋率、附著度。

前　　言

本省地處亞熱帶，終年高溫多雨，雖適合作物的生長，但也是昆蟲及其它病菌的溫床。因此，病蟲害的防治工作已成爲農業生產上不可缺少的一環。目前氣體輔助式噴藥法及靜電式噴藥法則是爲能增加霧粒附著度和降低霧粒飄移的目的而被引用的新噴藥技術(2)，爲了要量測分析各種類型的噴藥機械之噴藥效果，霧粒粒徑大小的分佈、附著度、均勻度、單位面積內的霧粒數目、沉積覆蓋率與霧粒穿透作物叢之能力等參數的分析便成爲重要的噴霧效果評估指標(13)。

一般使用之人工標的物(搜集器)有K卡、濾紙、搜集索、塑膠片、水試紙與尼龍網等，而使用之分析技術有螢光顯跡劑作殘留回收分析、標準比對法、銅劑回收比色法與鹽劑回收比導電度法等(8,9,10,11,12,13)。本研究應用較簡便有效的水試紙來搜集霧粒的沉積量(5)。目前水試紙的噴霧品質判讀常用人工視覺進行外觀比對及霧粒數目的人工計數。然而水試紙上噴藥沉積的判讀是一種冗長乏味的工作，過程不但費時費力，而且人工的判讀不但主觀且容易產生誤差。因此本研究便應用數位影像處理的技術來量測分析噴霧沉積分佈形態並建立數量化之量測技術。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所 研究報告第 2004 號
2. 本所農工系助理、研究員兼系主任。台灣省 台中縣 霧峰鄉。
3. 國立中興大學農業機械工程系教授。台灣省　台中市。

材料與方法

一、材料

本研究為收集噴霧沉積情形，使用美國系統噴霧公司(Spraying Systems Co.)之Teejet XR11002VS扇形壓力式噴頭，運用高壓幫浦(鑽石牌，TS-22型)將液體壓送至噴頭，並在管路中連接壓力表(PSI-TRONIX)以監控施噴壓力。在噴頭下方用水試紙(water sensitive paper，26×76㎜, Spraying Systems Co.)收集不同實驗條件下的噴霧沉積分佈形態。

為了模擬噴霧機在田間噴霧時之行進速度，本實驗設計使噴霧裝置定置而使目標物行進之相對運動方式模擬噴霧機之田間行進噴霧作業情形。本裝置利用變速馬達配合皮帶輪及三角皮帶之傳動，並將一支長2公尺的長桿固定在轉軸上作圓周運動，水試紙則夾在長桿的最外端邊緣處，使長桿迴轉時水試紙剛好位於噴頭的正下方而能收集到由噴頭所霧化的噴霧。模擬之田間行進速度可用下式來計算：

$$V=2\pi R\times N\times 60\times 10^{-3}$$

其中

V為田間行進速度，單位為km/hr。

N為帶動長桿之最後傳動軸轉速，單位為rpm。

R為長桿旋轉中心至端點之距離，單位為m。

霧粒沉積情形的資料收集是使用Spraying Systems公司所製造的水試紙，其尺寸為76×26㎜，在上述之試驗中取得水試紙後，便可用EPSON GT-6500影像掃描器連接個人電腦來進行取像，取像方法是在每張水試紙上隨機擷取3次一長寬為40㎜×20㎜大小的面積的資料進行影像研究，影像分析處理係是利用Ad Oculos 3.0影像分析軟體進行影像的各種處理與演算。

二、方法

應用水試紙檢測藥液覆蓋率時，是先將水試紙放置於試驗設計上的特定位置上，噴藥試驗後需馬上將水試紙取下，讀取上面的影像資料並加以存檔，以供後續分析之用，所應用的研究方法如下所述。

(一)噴霧試驗方法

本試驗使用Teejet XR11002VS扇形噴頭，運用高壓幫浦將液體壓送至噴頭，而在噴頭下方用水試紙收集不同實驗條件下的噴霧沉積分佈形態，進行影像分析研究，試驗方法示意圖如圖1所示。

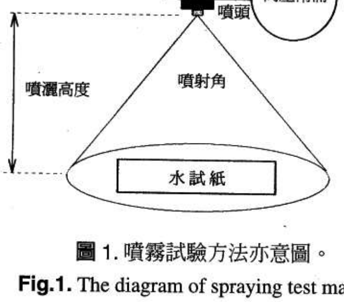


圖 1. 噴霧試驗方法亦意圖。

Fig.1. The diagram of spraying test mathod.

(二)噴霧試驗參數之設定

液體霧化後霧粒之沉積情形受到許多因素的影響如噴頭型式、液體壓力、密度等，霧粒沉積情形更會受到噴灑高度及噴霧機行進速度之影響，本實驗爲了求取各種噴霧條件下的沉積情形，設計了表1的參數進行試驗：

表1. 試驗參數之設定值

Table 1. Setting values of tested parameters

液體壓力 (kg/cm^2)	噴頭流量 (L/min)	噴霧高度 (cm)	田間模擬行進速度 (km/hr)
2	0.64	50	3.27
5	0.91	80	6.54
8	1.18	110	9.82

(三) 水試紙影像資料之擷取

影像處理技術在農業上的應用因農產品形狀的關係，一般擷取影像的方法大部份採用CCD攝影機來擷取物體影像，將其數位化後再進行影像資料分析研究[1]。因此應用CCD攝影機取像環境的設定是非常重要的工作，如照明亮度、背景顏色、鏡頭焦距、取像高度等因素都會影響處理的結果。本試驗因樣本爲平面狀的水試紙，所以可以應用影像掃描器來作爲影像擷取設備，將變色的水試紙上的藥劑霧粒分佈情形的資料掃描儲存爲數位影像資料進行分析研究。一幅數位影像是影像點f(x,y)在空間座標和亮度上都數位化後的影像。可以把數位影像看成一個矩陣，它的行和列值確定了影像中的一個點，而對應的矩陣元素值就是該點的灰階。這樣的數位陣列的元素稱爲影像元素(image elements)、圖片元素(picture element)或像素(pixel)[7]。

霧粒沉積情形的資料收集是使用Spraying Systems公司所製造的水試紙，其尺寸爲76×26㎜。噴霧實驗後所收集到的水試紙樣本就可在影像掃描器上進行取像，取像方法是在水試紙上隨機擷取一長寬爲40㎜×20㎜大小的面積範圍內的資料進行影像研究分析，在同樣一張水試紙上進行三次重複的取樣程序。

運用影像處理方法來量測物體投影面積之前必須要先作影像校正，方法是先取得一已知面積的物體，然後用掃描器掃描並計算該物體所佔的影像像素總數及所運算出的影像面積，計算面積和實際面積的比值即爲面積校正係數，因此霧粒影像所演算出的面積乘上校正係數即可得到實際的霧粒面積，本研究中的像素面積校正值爲1pixel代表1.794 μm^2。

(四)影像分割

爲了能將水試紙上面的藥液斑點與未變色的背景分開，並降低雜訊的產生，必須要選取適當的影像分割值。影像分割常用的方法爲二値化處理，二値化處理的效果取決於分界値的選擇。對一張物體較背景明亮的影像而言，分界値過大，雖然可以減少雜訊的出現，但相對的有些屬於物體的像素可能會被割掉，造成實測面積減小及外形輪廓不夠完整。相反的，若將分界値取的太小，可能造成雜訊過多，將會在往後的計算上產生誤差。分界値的取決常用的方法是直接觀察統計直方圖(histogram)的分佈情形。

本研究使用分界値法(thresholding)進行影像分割，其主要的目的是要獲得一個二値化的影像而從其中獲得我們所需要的資料。噴霧微粒變色影像與背景的灰階分佈不同，若將霧粒影像以統計圖法將其灰階分佈圖畫出，如圖2所示之情形，統計圖的橫軸是代表0－255的灰階值，縱軸代表對應的像素

點數。

使用不同的分界值將使霧粒影像樣本具有不同之霧粒尺寸與背景，也會影響整體分析之準確度，人為主觀地去選定分界值來分割影像地物體與背景通常造成5%以上的誤差，若是經過一個已知霧粒沉積分佈資料如覆概率、霧粒粒徑、霧粒數目等參數之霧粒沉積分佈影像圖鑑或樣本的比對與操作訓練，因分界值選定的誤差將會少於5%[6]。

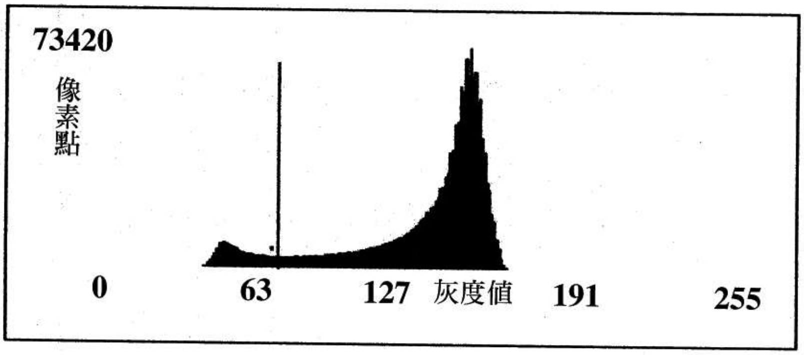


圖 2. 分成兩個族群的灰階分佈統計直方圖。

Fig. 2. The gray level histogam of the two separated groups.

本實驗找分界值之方法是先對標準圖鑑的霧粒影像圖進行分析及進行分界值的判讀訓練，以找出在不同霧粒粒徑、覆蓋率、霧粒密度等條件下的分界值選定值，再於相同條件下進行本實驗所獲得的水試紙樣本進行分界值的選定，其方法仍以以統計圖法找出分界值的大概位置，經影像二值化後再視影像的完整性及雜訊的情況作調整，所選定的分界值再與上述方法得到分界值參考進行比對，直到所設定的分界值能得到最接近真實的影像為止。另分界值的選定可應用影像中，物體與背景的邊界特性如利用梯度與Laplacian運算而得到最佳的分界值，這是本實驗未來的研究重點方向。

(五)影像演算法

影像處理方法中常利用標記法來計算物體的數目與面積[4,7]，因此本研究應用標記法來計算水試紙上的霧粒數目與面積。若以４相連標計法(labeling of 4-connectivity)來計算每一區域的面積，其方法以圖3、圖4敘述如下：圖3為10×10的二值化影像f(x,y)，以０代表背景，以１代表物體；則將影像中凡具有4相連關係的任意兩個像素標記成同一個區域，其偵測方法是由左至右，由上至下掃描每一個像素，當像素f(x,y)之值是1時，立刻再判斷該像素的左邊及上方之像素，則可能有下列的情形出現：

(1) 當f(x-1,y)=f(x,y-1)=０時，表示出現新的區域，因此區的累計數加１，並將該像素的值加１。

(2) 當f(x-1,y)或f(x,y-1)只有一個為０時，則令f(x,y)等於不為0的像素點之值。

(3) 當f(x-1,y)=f(x,y-1)= n 時，則令f(x,y)＝ n 。

(4) 當f(x-1,y)=n1，f(x,y-1)=n2且n1(n2時，令f(x,y)=n2，並記錄n1與n2是等價。

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

圖3. 10×10的二値化數位影像。

Fig. 3. The digital image of the 10x10 binary values.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	2	2	2	0
0	1	1	0	0	0	2	2	2	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	3	3	0	4	0
0	5	0	6	0	3	3	0	4	0
0	5	0	6	0	3	0	0	4	0
0	5	0	6	0	0	0	7	4	0
0	5	5	6	0	0	0	7	4	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

圖4. 圖3影像經過第一次掃描後之標記值結果。

Fig. 4. The result of the first scanning image for Fig. 3.

圖4爲經掃描一次結束後的結果，可由圖中看出初步掃描可以得到7個區域，正確的標記必須經過第二次掃描將等價的區域(例如5與6；4與7)合併起來。因此，只要計算每種灰度值個別的像素數目，即可算出每個霧粒的個別面積和霧粒數目。圖5爲影像掃描器所擷取的霧粒影像；圖6爲利用標記法理論所得到的影像，不同附著程度的霧粒以不同的灰階值加以標記。

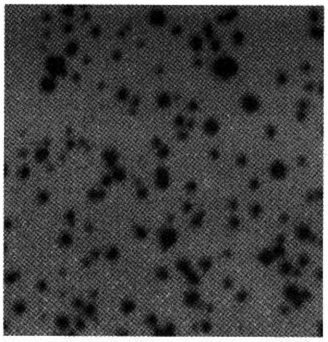


圖5. 影像掃描器所擷取的霧粒影像。

Fig. 5. The image of the spray depositoin taken by the scanner.

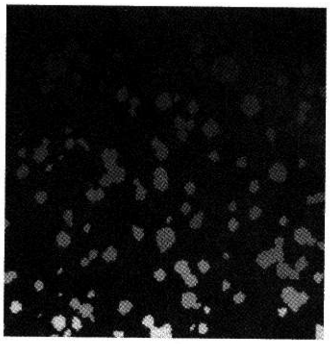


圖6. 利用標記法所得到的影像。

FIg. 6. The image gained by the labeling method.

(六) 霧粒沉積覆蓋率的計算

霧粒沉積覆蓋率(或稱爲附著度)爲評估噴霧目的物上被藥劑所覆蓋的面積百分率，霧粒沉積覆蓋率可利用右式來計算(3)：C= $\frac{P_d}{P_t}$ ×100％其中 C爲覆蓋率(％)，Pt爲水試紙取樣範圍內總影像點數(取樣總面積)，單位爲pixel；Pd爲取樣範圍內霧粒所佔的影像點數(變色部份所佔面積)，單位爲pixel。

結果與討論

一、水試紙取像結果

圖7與圖8爲在不同的噴霧條件下，GT-6500影像掃描器所擷取之影像結果。

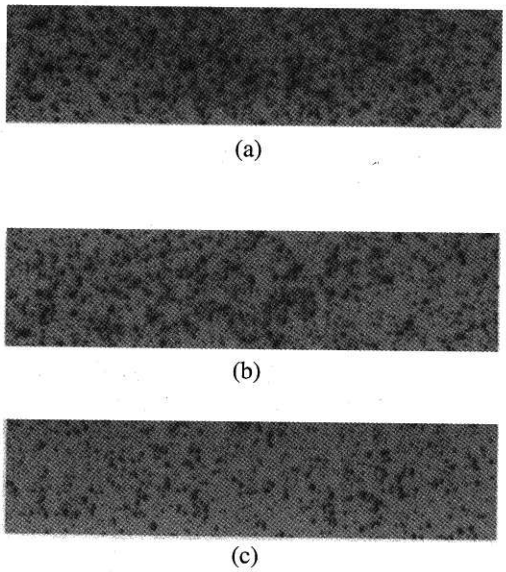
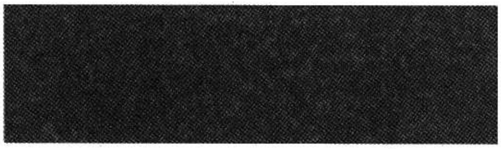


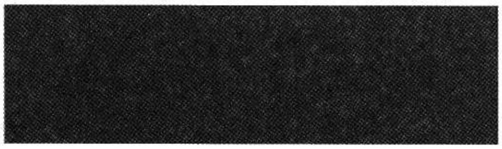
圖7. 液體壓力爲2kg/cm²，行進速度爲9.82km/hr，噴灑高度爲(a)50cm (b)80cm (c)110cm之噴霧條件下的霧粒沉積情形。

Fig. 7. The spray deposition under the condition of 2 kg/cm² pressure and 9.82km/h forward speed at spray height of (a)50cm (b)80cm (c)110cm.



(a)

(b)



(c)

圖8. 液體壓力爲8kg/cm^2，行進速度爲3.27km/hr，噴灑高度爲
(a)50cm (b)80cm (c)110cm之噴霧條件下的霧粒沉積情形。

Fig. 8. The spray deposition under the condition of kg/cm^2 pressure and 3.27km/h forward speed at spray height of (a)50cm(b)80cm(c)110cm.

二、影像分割結果

影像二值化使用的分界值係參考灰階統計圖，並配合原霧粒影像的觀察而調整。若分界值設定太大，則霧粒影像的背景雜訊會出現且霧粒粒徑顯然比實際值大且有許多霧粒造成相連的現象；分界值若設定太小，則會使霧粒粒徑顯然的比實際值小甚至許多微小霧粒會消失而影響到密度及粒徑的準確度。

圖9爲水試紙經影像掃描器數位化成256個灰階所得到之霧粒沉積分佈情形影像，影像數位化以後則利用前面所提到的分界值法進行霧粒影像的分割。圖10爲圖9用分界值法所分割出的二值化影像圖。

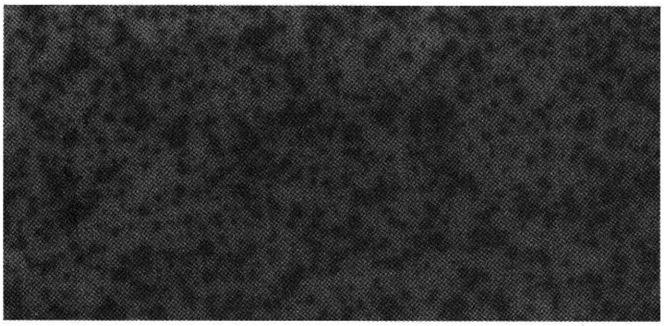


圖 9. 影像掃描器所掃描得到之霧粒影像。

Fig. 9. The spray image gained by the scanner.

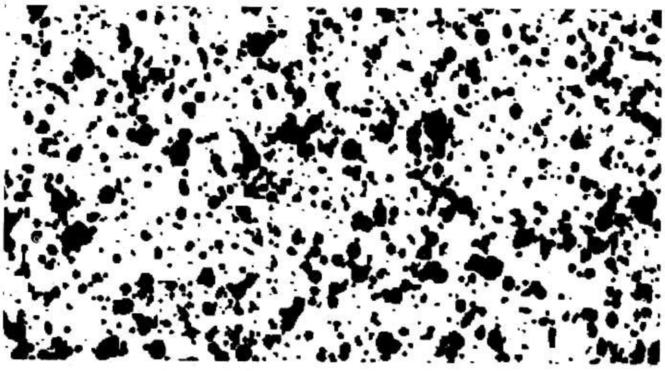


圖10. 用分界值64分割的結果。

Fig. 10. The result of fig. 9 segmented by threshold 64.

三、 霧粒沉積覆蓋率的量測結果

按前述的方法來量測水試紙上的霧粒影像資料後，霧粒沉積覆蓋率以$C=\frac{P_d}{P_t}\times 100\%$之公式計算則可得表2之結果。

表2. 噴霧試驗樣本霧粒沉積覆蓋率量測結果

Table 2. The results of the spray deposition coverage on water sensitive paper

液體壓力 (kg/cm^2)	噴灑高度行 (cm)	進速度沉 (km/hr)	積覆蓋率 (%)
2	50	3.27	42.91
2	80	3.27	26.33
2	110	3.27	20.91
5	50	3.27	60.37
5	80	3.27	42.22
5	110	3.27	36.56
8	50	3.27	73.77
8	80	3.27	49.02
8	110	3.27	43.24
2	50	6.54	20.29
2	80	6.54	12.45
2	110	6.54	9.82
5	50	6.54	38.40
5	80	6.54	23.36
5	110	6.54	12.10
8	50	6.54	51.23
8	80	6.54	28.53
8	110	6.54	14.47
2	50	9.82	19.48
2	80	9.82	16.13
2	110	9.82	12.80
5	50	9.82	29.04
5	80	9.82	19.27
5	110	9.82	13.32
8	50	9.82	44.75
8	80	9.82	27.33
8	110	9.82	22.93

爲了解所有變數對噴霧沉積覆蓋率的影響，應用Statgraphics(STSC，Inc.)統計軟體來進行95％信賴水準之多因子變方分析(multifactor analysis of variance)，其分析結果列於表3。由表3可清楚看出三個主要因子：噴霧液體壓力(spraying pressure，SP)、噴頭距目標物高度(spraying height，SH)與目標物之行進速度(travel speed，TS)，以及三個交感作用，在統計分析上是顯著的。圖11至圖13顯示三個極顯著主要因子基於95％信賴區間對於噴霧沉積覆蓋率之平均值圖。圖11中，基於Duncan 多重範圍分析(multiple range analysis)可知，隨著噴霧液體壓力之增加而有較高的噴霧沉積覆蓋率。噴霧壓力2kg/cm²、5kg/cm² 與8kg/cm²可分別看成個別之群組。相反地，圖12顯示隨著噴頭高度之增加噴霧沉積覆蓋率反而降低，而試驗所用之三水準亦可看成個別之群組。類似地，圖13顯示隨著行進速度之增加，噴霧沉積覆蓋率則因之降低，基於多重範圍分析可知行進速度3.27km/hr與另一群行進速度爲6.54km/hr與9.82km/hr時相較噴霧沉積覆蓋率顯然較高，而當行進速度大於6.54km/hr時噴霧沉積覆蓋率受行進速度影響便減少而不見顯著之差異。

表3. 噴霧沉積覆蓋率基於噴霧條件之變方分析

Table 3. The variance analysis of the spray coverage based on spraying conditions

Source of variance	Sum of quares	Degree of freedom	Mean square	F-ratio	Significant level
Main effects					
SP	1687.9781	2	843.9891	137.956	0.0000
SH	2202.9396	2	1101.4698	180.043	0.0000
TS	2605.3534	2	1302.6767	212.932	0.0000
Interaction					
SP×SH	227.26864	4	56.817159	9.287	0.0042
SP×TS	134.94157	4	33.735393	5.514	0.0197
SH×TS	129.34575	4	32.336437	5.286	0.0222
Residual	48.942385	8	6.1177981		
Total	7036.7694				

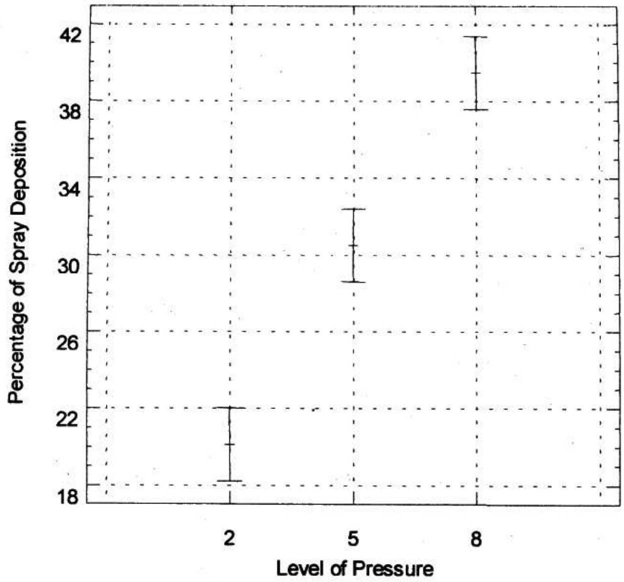


圖11. 不同噴霧壓力下噴霧沉積覆蓋率95%信賴水準之平均值圖。

Fig. 11. 95% confidence intervals for factor means plot of spray deposition for various spraying pressures.

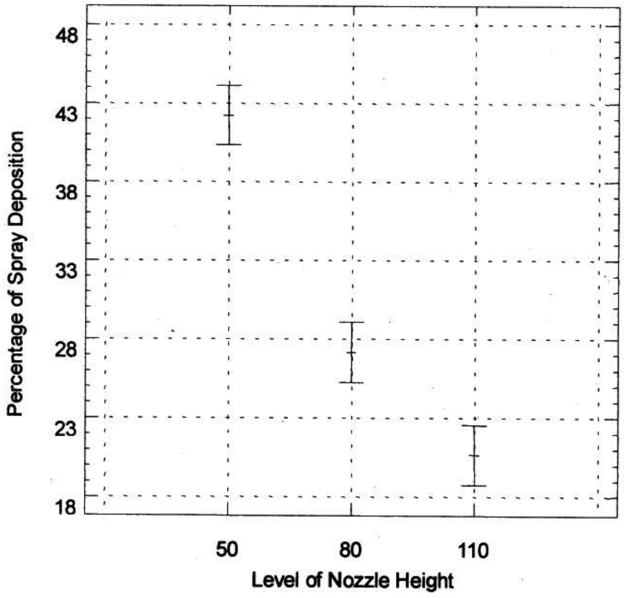


圖12. 不同噴霧高度下噴霧沉積覆蓋率95%信賴水準之平均值圖。

Fig. 12. 95% confidencl intervals for factor means plot of spray deposition for various spraying heights.

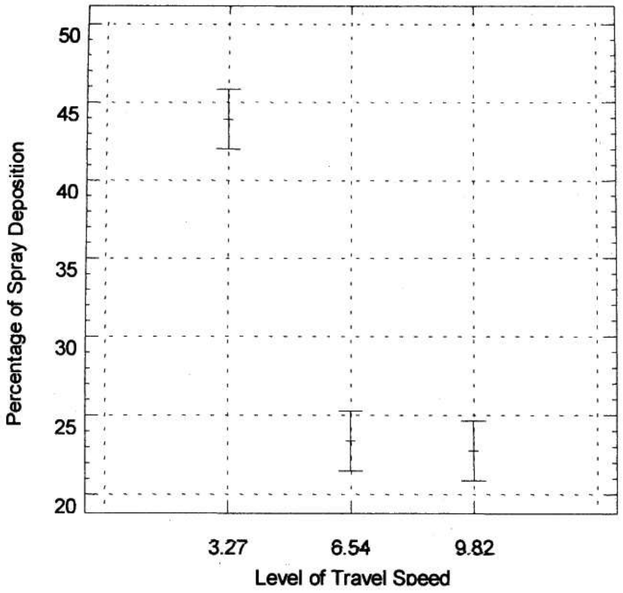


圖13. 不同行進速度下噴霧沉積覆蓋率95%信賴水準之均値圖。
Fig. 13. 95% confidence intervals for factor means plot of deposition for various spraying pressures.

進一步之交感分析更深入地肯定前述主要效果分析之發現，茲將三顯著交感作用以圖14、15與16逐一敘述如下：圖14顯示，如主要效果分析之發現，噴霧壓力愈大噴霧沉積覆蓋率也愈大，而隨著每一個固定噴霧壓力之曲折線，噴霧沉積覆蓋率隨著噴霧高度之提高而降低。圖15顯示噴霧壓力與行進速度對於噴霧沉積覆蓋率之交感作用分析，同樣地，噴霧壓力愈大噴霧沉積覆蓋率也愈大，但隨著每一固定噴霧壓力之曲折線，噴霧沉積覆蓋率於行進速度爲3.27㎞/hr時爲最高，並隨著行進速度之增加而逐漸降低，惟行進速度超過6.54㎞/hr以上時，噴霧沉積覆蓋率的變化則不明顯。相似的情形，在圖16噴頭距目標物高度與行進速度對噴霧沉積覆蓋率之交感作用中所顯示，噴頭高度愈大噴霧沉積覆蓋率反而愈小，而隨著每一固定噴頭距目標物高度之曲折線，噴霧沉積覆蓋率於爲最高行進速度爲3.27㎞/hr時爲最高，並隨著行進速度之增加而逐漸降低，惟行進速度超過6.54㎞/hr以上時，噴霧沉積覆蓋率的變化也不明顯。

綜合上述分析可知，噴霧沉積覆蓋率係隨噴霧壓力之增加而增加，但卻隨噴頭高度之增加而減少；噴霧沉積覆蓋率亦隨著噴霧行進速度之增加而減少，但於行進速度達6.54㎞/hr以上時則因高速影響而不再有顯著差異，此結果所顯現噴霧條件對噴霧沉積覆蓋率之影響趨勢與前人研究成果相當吻合[8,8,9,10,11,12]。爲尋找一簡單方程式以表示各噴霧條件對噴霧沉積覆蓋率之影響，表2之試驗結果被以Statgraphics軟體之逐步迴歸(stepwise regression)程序加以分析，結果噴霧沉積覆蓋率(POD)可表示成：

$$POD = 14.5424P + 0.14802H - 0.0908PH - 0.56842PT$$

$$R^2 = 0.95609$$

其中P爲噴霧液體壓力，單位kg/m^2；H爲噴頭距目標物高度，單位㎝；T爲行進速度，單位㎞/hr。由此式可知，雖只有兩主要因子與兩交感作用併入此式，但已有0.95609之判定係數，顯示所選之兩主

要因子與兩交感作用對噴霧沉積覆蓋率已有充分之解釋能力。

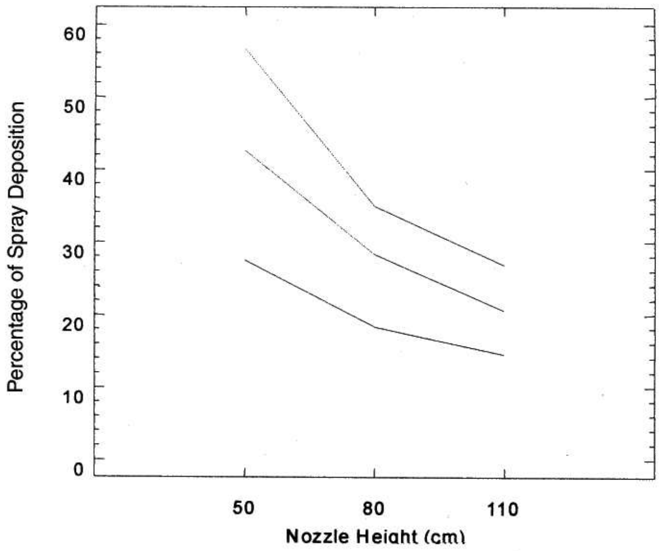


圖 14. 噴霧壓力與噴霧高度對於噴霧沉積覆蓋率之交感作用。
Fig. 14. Interactions for spraying pressures by spraying heighte for the percentage of spray deposition.

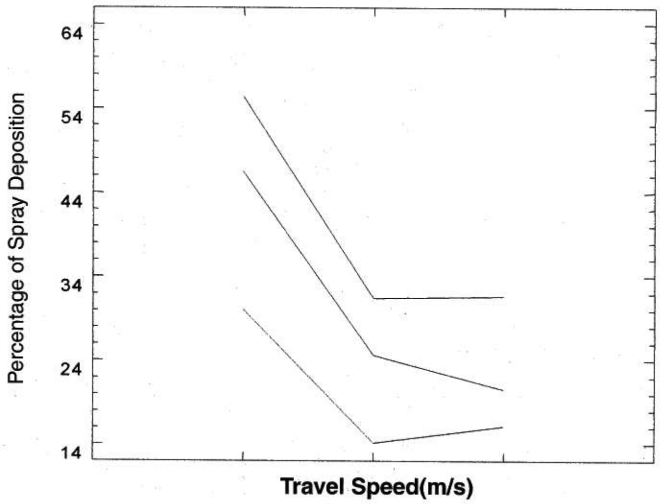


圖 15.噴霧壓力與行進速度對於噴霧沉積覆蓋率之交感作用。
Fig. 15. Interactions for spraying pressures by travel speeds for the percentage of spray deposition.

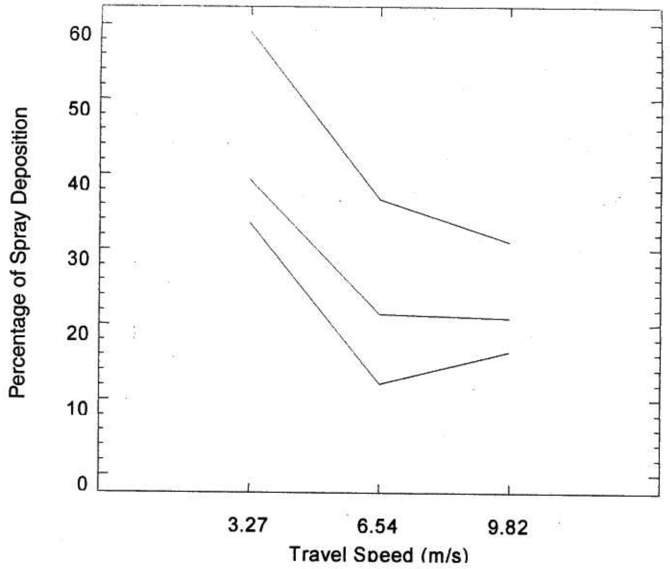


圖16 噴霧高度與行進速度對於噴霧沉積覆蓋率之交感作用。
Fig. 16. Interactions for spraying hights by travel speeds for the percentage of spray deposition.

本研究應用影像運算處理技術配合水試紙的使用，已建立一套可以快速且正確的分析及量化噴霧機噴霧性能的影像處理系統，此系統雖可量測其他噴霧品質如霧粒分佈密度、霧粒數目、霧粒覆蓋率、粒徑分佈範圍等參數，惟本研究只探討相關變數對霧粒沉積覆蓋率之影響，其他參數之分析技術值得未來進一步探究。

誌　　謝

本試驗承蒙本所農業工程系副研究員蔡致榮博士提供Statgraphics(STSC，Inc.)軟體及協助分析，謹誌謝忱。

引用文獻

1. 李芳繁。1990。以影像處理量測檸檬之幾何性質。中國農業工程學報 36(3)：36-42。
2. 邱相文、梁連勝、陸龍虎。1997。自動化施藥機械之研製與改良。八十五年農機研究發展與示範推廣報告(上冊)：191-193。
3. 邱相文。1997。影像處理技術應用於噴霧沉積之分析研究。國立中興大學農業機械工程研究所碩士論文。
4. 林宜弘。1995。機器視覺應用在魚苗計數之可行性研究。農業機械學刊 4(2)：37-45。
5. Ciga-Geigy Ltd. Water-sensitive paper for monitoring spray distribution. 4th Edition. Ciba-Geigy Ltd, Switzerland.
6. Franz, E. 1992. A simple spray coverage analyer. ASAE Paper No. 92-1617, St. Joseph, MI：ASAE.
7. Gonzalez,R.C., and Richard E. Woods. 1993. Ditigal Image Processing. Addision Wesley Publishing Company.
8. Last, A.J., C. S. Parkin, and R.H.Beresford. 1987. Low-cost digital image analysis for the evaluation of aerial applied pesticide deposits. Computers and Electronics in Agriculture. 1：349-362。
9. Panneton, B., and A.M. Drummond. 1991. Digital image analysis of spray sample. Applied Engineering in Agriculture. 7(2)：273-278.

10. Salyani, M., and R.D.Fox. 1994. Performance of image analysis for assessment of simulated spray droplet distribution. Transactions of the ASAE 37(4)：1083-1089.

11. Sistler, Fred E., Powers A. Smith., and Darryl C. Rester. 1982. An image analyzer for aerial application patterns. Transactions of the ASAE 25(4)：885-887.

12. Staniland, L. N. 1959. Fluorescent tracer techniques for the study of spray and dust deposits. J. Agric. Eng. Res. 4(2)：110-125.

13. Yates, W. E., and N. B. Akesson 1973. Reducing pesticide chemical drift. Pesticide formulations. Transactions of the ASAE 17(4)：627-632.

Using Image Processing Technique to Measure Spray Coverage[1]

Hsiang-Wen Chiu[2], Fang-Fan Lee[3] and Lien-Sheng Liang[2]

Summary

This study used an image processing method to analyze spray depositions on water-sensitive paper. A scanner was used to transfer the image deposited on water-sensitive paper in this study. To measure the efficiency of the spray machine, water-sensitive paper analysis is the simplest method. This study used water sensitive paper to collect the spray depositions and a scanner to digitize the spray depositions into image information. Image processing technologies were then applied to analyze the depositions, and thresholding was used to segment the object from the background. Labeling scheme was used to count the number of droplets. Using image processing we can determine droplet size distribution, coverage density, and the percentage of the coverage. The results of this study revealed the feasibility in using image processing algorithms to extract deposit features and measure the target area covered by the deposits. The percent area covered as measured by image analysis decreased as spray height or spray speed increased or hydraulic pressure decreased. The advantages of image processing techniques applied to analyze spray deposition are increasing the speed of analysis and reducing the labor involved. In addition, image processing methods can describe the spray deposition and quantify feature terms.

Key words： Image processing, Spray coverage.

---

1. Contribution No.2004 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Respectively, Assistant, Senior Engineer and Head of the Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, R.O.C.

3. Professor of the Department of Agricultural Machinery Engineering, National Chung-Hsing University.Taichung, R.O.C.